

Construção de indicadores de eficiência hídrica urbana: DESAFIO PARA A GESTÃO AMBIENTAL URBANA*

Liza Maria Souza de Andrade
Marta Adriana Bustos Romero

RESUMO

A expansão urbana de baixas densidades tem como conseqüência a impermeabilização de uma parte significativa das unidades hidrográficas, a redução na capacidade de infiltração do solo e o aumento do consumo nas unidades habitacionais, causando distorções no movimento dos fluxos de água da bacia. Por outro lado, áreas de altas densidades têm taxa de permeabilidade menor. Conciliar, portanto, a questão das densidades urbanas com a questão do ciclo hidrológico é um dos desafios atuais para o planejamento do espaço urbano. Neste sentido, se faz necessário o estudo de instrumentos de gestão ambiental urbana, entre os quais destacamos os indicadores. Os indicadores ambientais urbanos existentes no Brasil estão relacionados aos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário das populações atendidas bem como à quantidade e qualidade da água. Não consideram a quantidade de recursos para manter um bom funcionamento do ciclo hidrológico indicando a porcentagem dos espaços impermeabilizados dentro da unidade hidrográfica e os efeitos para os ecossistemas. Visando contribuir nesta discussão, este trabalho tem como objetivo analisar os princípios que regem as ações integradas - drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, gestão de resíduos sólidos, uso do solo e legislação ambiental - que possam tangenciar os diferentes tipos de zoneamento de forma sistêmica por meio de um estudo dos princípios da gestão ecológica do ciclo da água e dos critérios ambientais adotados para a implantação de futuros Planos Diretores de Drenagem urbana - PDDUs para a construção de indicadores de sustentabilidade intra urbana de eficiência hídrica. (esse período está bastante extenso e um pouco confuso. Vou pensar em algo para ele).

Palavras-chave: Gestão Ecológica da Água, Critérios Ambientais, Indicadores de Sustentabilidade Intra-Urbana, Eficiência Hídrica.

ABSTRACT

The low density urban sprawl results in watertightening a significant part of the hydrographic units, the decrease of the soil absorption capacity and the increase of water consumption in habitational units, lead to distortions in the movements of the natural water flow of the basins. On the other hand, high population density areas have a smaller permeability. Therefore, conciliating the issues of population density with the one of hydrologic cycle is one of the key challenges for urban planning. Thus, studies of instruments for environmental urban management are needed, among which we can highlight the "Indicators". The existing Brazilian environmental urban indicators are related to the water supply, and sewage system of a portion of the population contemplated by it as well as the quality and quantity of water. They don't consider the amount of existing resources in order to maintain a reasonably good functioning of the hydrologic cycle indicating the percentage of watertight areas within the hydrographic unit and the effects to the ecosystems. Aiming to contribute to this discussion, the present paper analyses the principles that coordinate the joint actions - draining, water supply, sewage system, urban cleaning, solid residues management, land use and environmental legislation - which might touch the different types of zoning systematically through a study of the principles of ecological management of the water cycle and of the environmental criteria adopted for the future implementation of Directive Plans of Urban Drainage (Planos Diretores de Drenagem urbana - PDDUs) in order to build the intra urban water efficiency sustainability indicators.

Keywords: Ecological Management of Water, Environmental Criteria, Intra Urban Sustainability Indicators, Water Efficiency.

*Artigo parcialmente apresentado no I International Congress on Environment Planning and Management. Challenges of Urbanization. Brasília, September 11 to 15, 2005. ISBN: 85-905036-2-3.

1. INTRODUÇÃO

A expansão da ocupação urbana irregular ocorre, muitas vezes, sobre as áreas de mananciais de abastecimento de água ou nas margens de córregos que funcionam como drenos, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades. Tem como consequência a poluição dos corpos d'água, o confinamento e assoreamento dos rios pela retirada da vegetação gerando a redução do escoamento para as vazões de enchentes.

Os problemas relacionados à gestão dos recursos hídricos aumentam com a interrupção do ciclo hidrológico causado pela implementação de projetos de drenagem urbana inadequados, como a adoção do princípio do escoamento da água precipitada, o mais rápido possível, da área em que ocorre a chuva, aumentando a vazão máxima de escoamento

Numa tentativa de se evitar a ocupação urbana em áreas ambientalmente sensíveis, novas áreas protegidas são criadas na forma de Unidades de Conservação, uma vez que a lógica imobiliária não respeita, nem mesmo, os limites impostos pelo Código Florestal para a ocupação urbana nas margens de rios - as Áreas de Preservação Permanentes (APPs)¹. Estas desempenham um papel fundamental para a política dos recursos hídricos, uma vez que são espaços permeáveis, ricos em vegetação, que apresentam potenciais capazes de proteger os mananciais. Enquadram-se aqui as matas ciliares, responsáveis pela estabilização das ribanceiras do rio, através da manutenção do emaranhado de raízes, filtragem para o ecossistema aquático, impedindo o carreamento de sedimentos para os cursos d'água, o que evita o assoreamento das micro-bacias hidrográficas e a instabilidade geomorfológica na contensão de erosões. Funcionam como verdadeiras áreas de drenagem natural, mesmo em cursos d'água intermitentes.

Mesmo com a criação de Áreas de Proteção Ambiental – APA, delimitadas no ambiente urbano,

os instrumentos de gestão ambiental urbana não conseguem promover uma gestão integrada dos recursos hídricos. São exemplos dos instrumentos os zoneamentos (urbano, econômico-ecológico ou ambiental e do regime hídrico), que funcionam como “norteadores” de gestão ambiental para os planos (diretores, de manejo e de recursos hídricos) que serão elaborados, seja no âmbito do espaço urbano, de uma Unidade de Conservação ou de uma bacia hidrográfica,

Cada zoneamento tem função e planos específicos coordenados por Conselhos Gestores ou Comitês, com informações desconectadas e escalas diferenciadas. No que se refere à gestão dos recursos hídricos, as ações de saneamento ambiental, por sua vez, têm sido realizadas de forma pouco integradora, com um foco muito limitado sobre o conjunto da cidade. Neste sentido, se fazem necessários outros instrumentos para a gestão ambiental urbana que perpassem diferentes ações relacionadas à gestão dos recursos hídricos no espaço intra-urbano.

No Brasil ainda não há indicadores que meçam os impactos da urbanização no ciclo da água em uma bacia hidrográfica relacionados à sua eficiência hídrica² ou melhor, que indiquem a quantidade de recurso para manter um bom funcionamento do ciclo dentro da unidade hidrográfica com as demandas de água para o consumo humano e as atividades econômicas juntamente com as demandas para os ecossistemas, após a impermeabilização do solo causada pela ocupação urbana.

Os indicadores ambientais urbanos³ existentes no Brasil estão relacionados aos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário das populações atendidas bem como à quantidade e qualidade da água. Visando contribuir nesta discussão, este trabalho tem como objetivo analisar os princípios que regem as ações integradas da água

no Brasil da nova Política Nacional de Drenagem Urbana dentro do Programa de Modernização do Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades - drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, gestão de resíduos sólidos, uso do solo e legislação ambiental - por meio de um estudo dos princípios da gestão ecológica do ciclo da água para a construção de indicadores de sustentabilidade para a eficiência hídrica no espaço intra-urbano.

A existência de poucos trabalhos que tratem de proposições metodológicas dificulta o estabelecimento desses indicadores. Somente seria possível se o modelo de gestão adotado para a proposição de indicadores trabalhasse com a capacidade de antecipação dos impactos para diminuir a pressão sobre os ecossistemas que também demandam água. Por exemplo, se os indicadores fossem mensurados de acordo com princípios da gestão ecológica da água, as margens dos rios (as APPs) desempenhariam papel importante no espaço urbano para manter o equilíbrio de uma unidade hidrográfica.

2. OS IMPACTOS CAUSADOS PELA OCUPAÇÃO E A DRENAGEM URBANA NO CICLO DA ÁGUA

A escassez da água⁴ é um dos mais graves e ameaçadores indicadores dos impactos da atividade humana sobre os recursos naturais e sua relação com os sistemas de produção, o que é particularmente alarmante, por se saber que a expansão demográfica no planeta é maior do que o crescimento da oferta de água potável. A devastação ambiental ocorrida ao longo do século passado, bem como a contaminação e o uso indiscriminado desse recurso natural provocaram a redução considerável dos mananciais.

A água doce representa 0,01% da água do planeta e se encontra em circulação contínua: a chuva, a evaporação e o deslocamento de vapor. As águas

residuais se integram a esse ciclo hidrológico por infiltração ou por retenção superficial e podem contaminar os receptores, destruir a vida aquática e se converter em perigo para o homem por contato ou por contaminação da água potável.

Existe uma interdependência entre os três maiores desafios ambientais apontados pela ONU que são obstáculos às metas de realização de um mundo mais sustentável: mudanças climáticas, perda da biodiversidade e deterioração dos recursos hídricos.

O primeiro interfere na disponibilidade dos recursos hídricos. O segundo está relacionado à desconstrução do meio pelas intervenções antrópicas nas florestas e nos sistemas aquáticos que causam modificações drásticas nos regimes hidrológicos e o último é afetado diretamente por sua própria natureza coletora, concentrando os impactos ambientais imediatos e indiretamente pela artificialização da paisagem – ocupação das Áreas de Proteção Permanente, APPs – que contribuem para deteriorar os recursos hídricos, com perda dos habitats e da biodiversidade.

A interdependência é notória nos sistemas de infraestrutura nas cidades que funcionam como um meio de ligação significativa (subterrânea) entre a cidade e o meio natural no qual se insere.

As tecnologias tradicionais para sistemas de drenagem, por exemplo, interrompem o ciclo natural da água o que, em um contexto mais amplo, aumenta o impacto no ciclo hidrológico, na circulação contínua da água: a chuva – a infiltração do solo até o lençol freático - a evaporação - e o deslocamento de vapor (Figura 01).

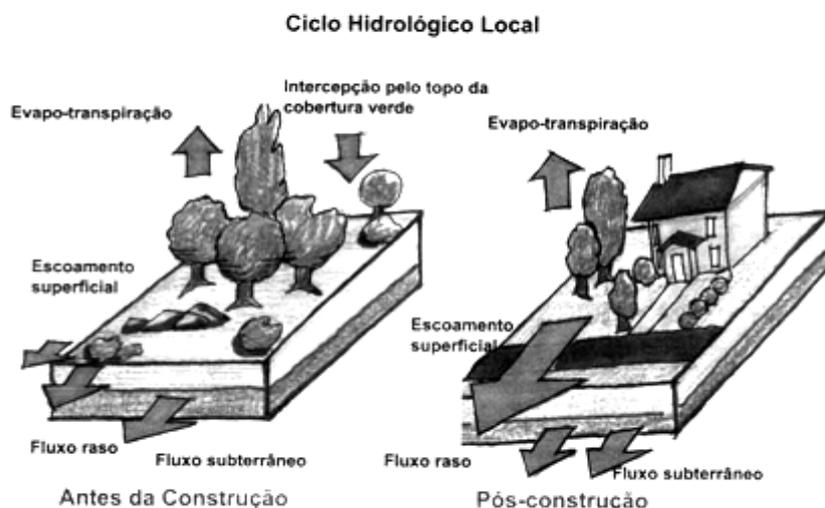


Figura 01 - Impactos no ciclo da água após a construção em áreas urbanas

Adaptado de Maryland Department of Environment - Stormwater Manual. Disponível em http://www.mde.state.md.us/Programs/WaterPrograms/SedimentandStormwater/stormwater_design/index.asp. Acesso em 29/07/2005. Desenho: Guilherme Mahanas.

Esse ciclo é interrompido drasticamente pela impermeabilização dos solos, aumentando o escoamento da água superficial, a poluição e o assoreamento dos rios e lagos causados pelo carreamento de detritos lançados nas ruas e ainda encurtando o seu tempo de concentração com graves reflexos nos cursos de drenagem natural.

Conseqüentemente, há uma redução nos aquíferos que acentuam o contraste dos períodos chuvosos e os de estiagem. Convive-se, ao mesmo tempo, com enchentes e estiagem, abundância e racionamento de água. A seguir, no Quadro 01*, foram listados os impactos da ocupação urbana no ciclo da água.

Quadro 01 - Impactos causados pela ocupação urbana no ciclo da água:
(Rueda, 1999):

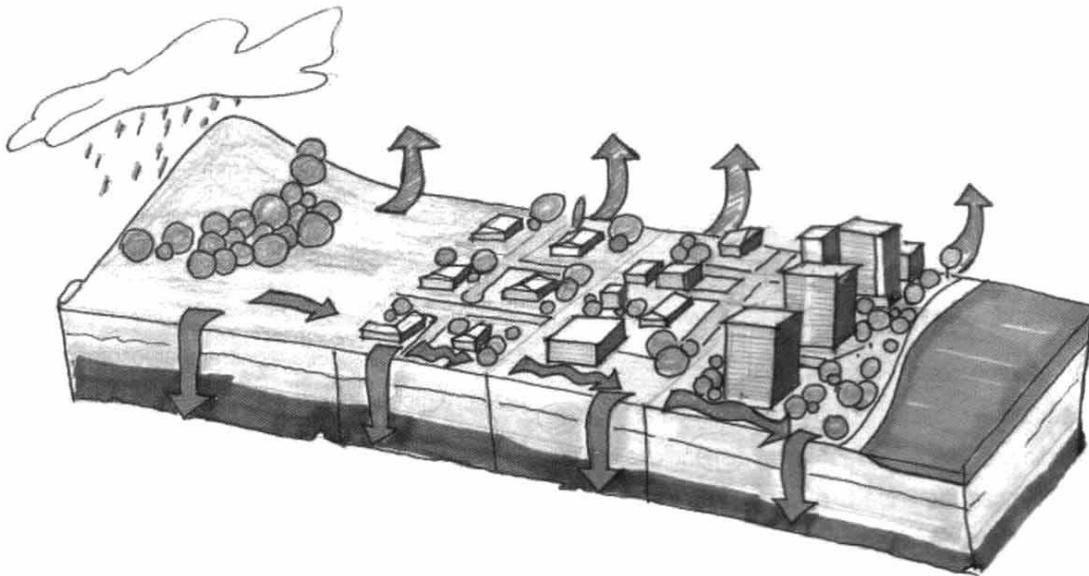
- **Aumento da velocidade da água, devido à impermeabilização de uma parte significativa da bacia e a canalização dos leitos dos rios;**
- **Redução de áreas de infiltração;**
- **Distorções no movimento por gravidade da água;**
- **Expansão urbana de baixas densidades (*cidade dispersa*) com jardins e piscinas supõem uma demanda de consumo de água significativamente maior que as tipologias de altas densidades (*cidade compacta*).**

Um dos grandes desafios para os planejadores do espaço urbano está em conciliar a questão das densidades urbanas relacionadas à questão do ciclo hidrológico, uma vez que áreas de altas densidades, modelo de cidade compacta, têm taxa de permeabilidade menor, menor capacidade de infiltração e menor porcentagem de evaporação (Figura 02).

Por outro lado, o modelo de cidade dispersa (expansão urbana de baixas densidades)

impermeabiliza uma parte significativa da unidade hidrográfica na qual está inserida, causando as distorções no movimento dos fluxos de água da bacia e a construção massiva de habitações unifamiliares com muitos jardins e piscinas, o que caracteriza um consumo maior do que as habitações coletivas.

No Brasil, ainda temos que considerar a ocupação urbana desordenada em APPs como fundos de vale, que implica o confinamento dos rios e aterros que, por sua vez, aumentam o desmatamento causando



- Área 1 - Área Natural ou rural
- Área 2 - Baixa densidade superfície impermeabilizada 10 a 20%
- Área 3 - Média densidade s superfície impermeabilizada 30 a 64%
- Área 4 - Alta densidade superfície impermeabilizada 65 a 100 %

Figura 02 - Destino das águas: precipitação nas diversas densidades urbanas. Adaptado de Mano e Schmitt, 2004 (NORIE – UFRGS, 1998 : 03). Desenho: Guilherme Mahanas.

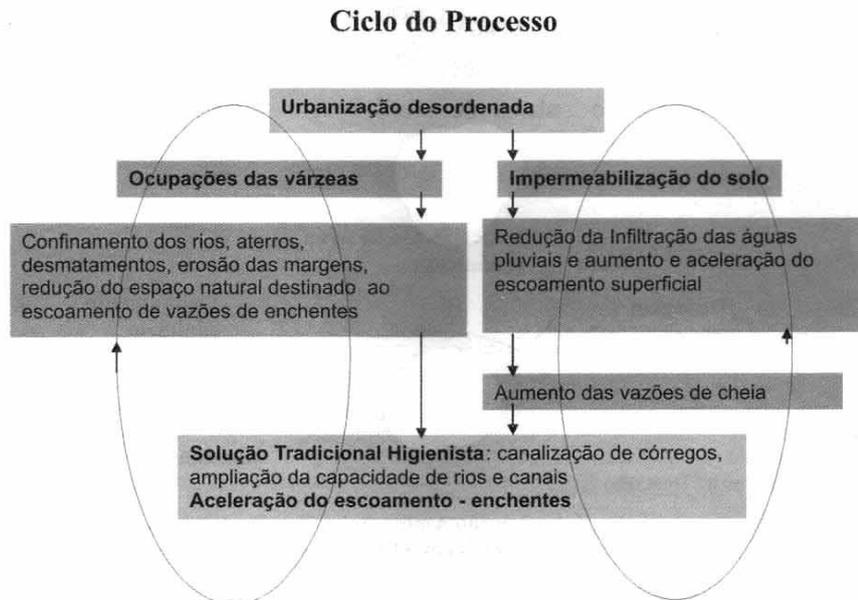


Figura 03 - Croqui do Processo de impacto da drenagem urbana adaptado do esquema de Sunderhsa, 2002. Adaptado do Ministério das Cidades, 2003 : 22.

erosão das margens e redução do espaço natural destinado ao escoamento de vazões de enchentes.

A cada período de chuvas, os eventos críticos causados pela ocupação em áreas de risco se sucedem, com vales inundáveis e encostas erodíveis, com o reinício de novos processos de ocupação e adensamento nessas mesmas áreas, agravando ainda mais o problema (Figura 03).

De acordo com Tucci (2003), os custos de manutenção de medidas estruturadoras pela defesa civil acabam se tornando dispendiosas para as finanças municipais, portanto, não prioritárias. Os problemas ainda podem ser aumentados pela implementação de projetos de drenagem urbana inadequados, resultado da adoção do princípio do escoamento da água precipitada o mais rápido possível da área em que ocorre a chuva. Assim, é aumentada a vazão máxima de escoamento, da frequência e do nível de inundações a jusante, conseqüentemente aumentando os impactos à medida que a cidade amplia e adensa sua área urbanizada.

Continuando na visão de Tucci (op. cit.), há uma tendência da urbanização no sentido de jusante (foz) para montante (nascentes). Nos loteamentos projetados exige-se apenas que o sistema de

drenagem pluvial seja apenas eficiente no sentido de escoamento e não visa a ampliação da capacidade da macrodrenagem a jusante. A solução adotada, geralmente, de "canalização dos trechos críticos" é uma visão segmentada de um trecho da bacia, sem se levar em conta as conseqüências para o restante da bacia, ou seja, transfere-se a inundação de um lugar para outro.

A expansão da ocupação irregular ocorre muitas vezes, também, sobre as áreas de mananciais de abastecimento de água dentro de Unidades de Conservação, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades e provocando prejuízos econômicos tais como: aumento nos custos de tratamento de água, busca de novas e distantes fontes para abastecimento.

Segundo o Programa de Modernização do Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, as cidades necessitam de um planejamento integrado da água por meio de Planos Diretores de Drenagem Urbana⁷, com ações integradas para drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, gestão de resíduos sólidos, transporte e legislação ambiental⁸ (Figura 04).



Figura 04 - Associação entre os serviços que se relacionam com a água (esquema de Tucci).

Adaptado do Ministério das Cidades, 2003 : 22. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/amanthea/ctu/arquivos/galerias/01drenagem_mcidades.pdf. Acesso em 29/07/2005.

A nova Política Nacional de Drenagem Urbana, estabelece alguns critérios para a proposição de medidas estruturais para os Planos Diretores de Drenagem Urbana – PDDUs – ilustrados no Quadro 02*:

Quadro 02 - Critérios ambientais para os PDDUS (Ministério das Cidades, 2003):

- **Analisar levantamentos** planialtimétricos e **dados** geotécnicos das diversas bacias e sub-bacias, além de cadastros da ocupação por quadras e lotes e tipos de pavimentos das calçadas e ruas;
- **Aferir o desempenho** existente de todo o sistema de drenagem;
- **Priorizar a instalação de pavimentos drenantes** e de pequenas estruturas hidráulicas para o retardamento do escoamento ou infiltração, que permitam regularizar o escoamento superficial nas cabeceiras;
- **Priorizar a condução das águas pluviais** em sistemas de escoamento a céu aberto – separando dos sistemas de esgotos;
- **Priorizar a construção de bacias de retenção distribuídas em toda a extensão do sistema de drenagem** – associar a outros usos urbanos,
- **Formular metas para o desempenho dos sistemas** – evitar problemas crônicos de situações de risco;
- **Discutir o PDDU em audiências públicas** para futuramente obter a aprovação no Legislativo Municipal.

No entanto, os PDDUs precisam ser coerentes com todas as normas urbanísticas em vigor – zoneamento do uso e ocupação do solo, código de obras e, principalmente, com os instrumentos de política urbana como os Planos Diretores Locais, que podem viabilizar medidas não-estruturais para o sistema de drenagem.

O novo paradigma, a gestão ecológica, para a concepção de sistema de drenagem é justamente

o inverso do que se tem feito no Brasil: tentar reter o maior tempo possível a água, onde ocorre a precipitação, retardando a liberação para as áreas mais baixas ou favorecendo a infiltração no solo das águas da chuva. Neste sentido, a preservação dos limites para ocupações próximas aos cursos d'água torna-se imprescindível, assim como a criação de canais de infiltração e tanques de armazenamento de água (Figura 05).

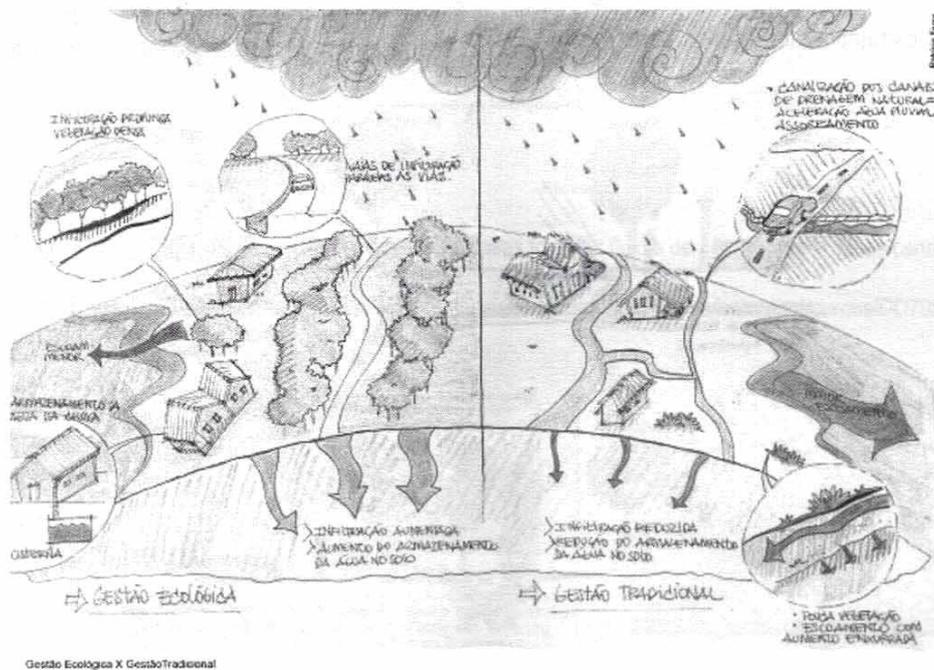


Figura 05 - Gestão ecológica do ciclo da água x gestão tradicional

Adaptado de Gulf Islands Waterscapes. Disponível em: http://www.bowenland.info/waterscapes/images/having_enough.pdf. Acesso em: 29/07/2005

Desenho: Patrícia Fiuza.

Há que se considerar também que as águas pluviais devem se consideradas como fonte de contaminação da natureza, uma vez que concentram produtos contaminantes atmosféricos como resíduos de óleos, hidrocarburetos e materiais em suspensão conduzidos por canalizações. Portanto, volumes consideráveis de água não tratada pelas estações de tratamento caem direto sobre os cursos d'água produzindo uma contaminação a longo prazo.

3. GESTÃO ECOLÓGICA DO CICLO DA ÁGUA: DEFINIÇÃO DE PRINCÍPIOS

A gestão ecológica do ciclo da água nas escalas urbanas requer um equilíbrio entre os espaços pavimentados e os espaços ajardinados. Nas cidades, onde as superfícies pavimentadas ocupam a maior parte do solo, é indispensável favorecer a evaporação das águas pluviais e sua infiltração natural (Figura 06).

Nesta nova visão, o projeto dos espaços públicos (ruas, praças ou parques) deveria fazer parte de uma estratégia abrangente para melhorar a

qualidade do ar, reaproveitar a água das chuvas, e, conseqüentemente, aumentar, o conforto térmico de toda a cidade. De acordo com Spirm (1995), significa tentar compreender as várias maneiras de como a água se move no espaço urbano, ou seja, entender seu ciclo hidrológico. Existem cidades que já trabalham com esta estratégia, como Woodlands, no Texas (EUA), onde bosques, lagoas e parques recreativos transformaram por completo a técnica de sistemas de drenagem tradicionais e abriram perspectivas de drenagem natural a partir de várzeas florestadas. Os ecossistemas foram estudados e agenciados por investigadores ecologistas que permitiram a purificação das águas dos rios e a recarga de águas subterrâneas.

Sistemas alternativos, como drenagem natural, nada mais são do que uma forma de restabelecer o elo no ciclo hidrológico, retendo as águas pluviais e permitindo a infiltração no solo. A drenagem da água na terra é um processo intrínseco e uma parte integral do ecossistema e, em comunidades ecológicas, está relacionada ao princípio de convivência entre pessoas, além de melhorar o microclima local.

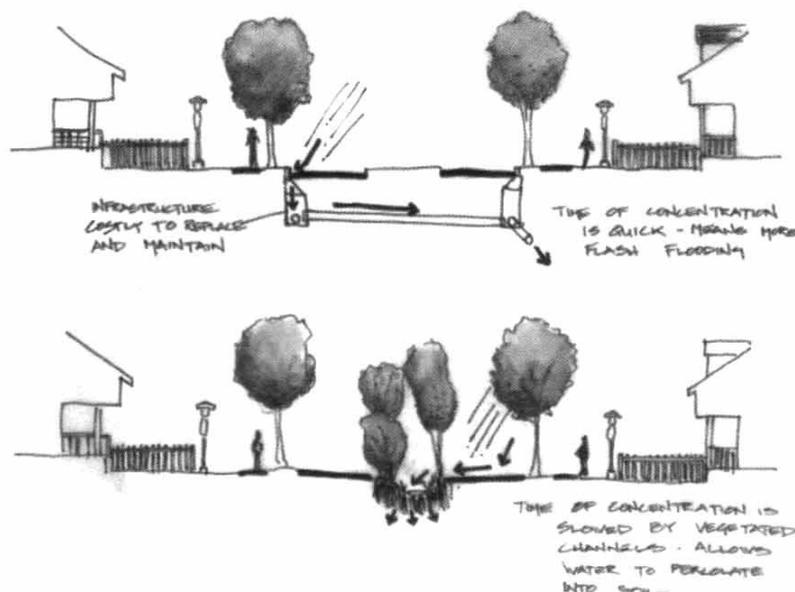


Figura 06 - Figura 06 - Croqui de Hynes de diferentes tipos de drenagem urbana para Virginia Park. Alta Sita Community Enhancement Proposal.

Fonte: EAST ST. LOUIS ACTION PROJECT, 2007. Disponível em: <http://www.eslarp.uiuc.edu/la/LA338-S99/groups/d/infrastructure.html>. Acesso em: 29/07/2005.

Este sistema permite, ainda, que sejam implantados condomínios com densidades maiores que o sistema tradicional, uma vez que os espaços públicos são valorizados. Além disso, os empreendimentos com moradias agrupadas reduzem a quantidade de pavimentos e lugares antropizados, comparados a empreendimentos com planejamento tradicional, em termos de área absoluta (Figuras 07, 08 e 09).

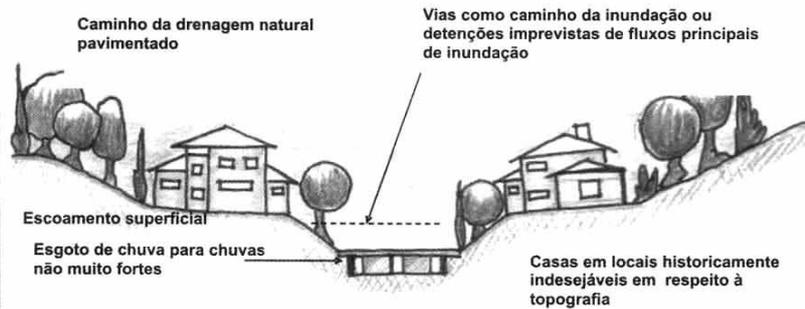


Figura 07 - Drenagem Tradicional – Córregos canalizados e casas situadas nas várzeas.
Adaptado de Sykes, 2005. Disponível em: <http://www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/DD7059.html>. Acesso em 29/07/2005. Desenho : Guilherme Mahanas.



Figura 08 - Drenagem Natural – Córregos preservados e casas fora dos fluxos de água com pequenos canais de infiltração.
Adaptado de Sykes, 2005. Disponível em: <http://www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/DD7059.html>. Acesso em 29/07/2005. Desenho: Guilherme Mahanas.

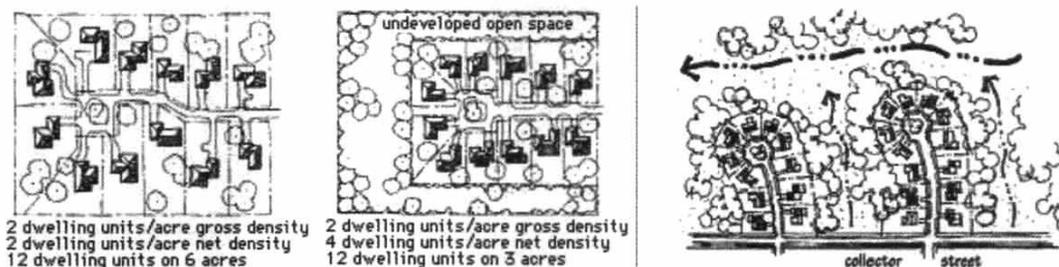


Figura 09 - Comparação entre o sistema tradicional de loteamentos urbanos e o sistema agrupado (clusters) em relação à densidade e à drenagem 12 moradias com 2 hectares e 1 hectare respectivamente.
Fonte: Sykes, 2005. Disponível em: <http://www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/DD7059.html>. Acesso em 29/07/2005.

Em alguns países do Norte que já trabalham nesta direção, como na Alemanha, a gestão ecológica do ciclo da água é assegurada por leis e normas locais e federais, a saber: uso econômico da água potável, reservando-a para o estritamente necessário; gestão descentralizada da água da chuva; construção de poços e instalações que favoreçam a infiltração da

água por meio de projetos de ocupação do solo nos municípios/ e reaproveitamento das águas pluviais, em algumas normas para edificações. Conforme o que foi ilustrado anteriormente, os princípios da gestão ecológica do ciclo da água estão sintetizados no Quadro 03*.

Quadro 03 - Princípios da gestão ecológica do ciclo da água (Gauzin-Müller, 2002):

- Proteger o lençol freático e as águas superficiais;
- Reduzir o consumo de água potável e garantir sua qualidade;
- Minimizar o volume de água residual para limitar os custos relacionados com seu tratamento, com o redimensionamento das redes existentes saturadas e, com a construção de novas estações de tratamento;
- Garantir um tratamento ecológico das águas residuais;
- Limitar a impermeabilização das superfícies para reduzir os riscos de inundações;
- Criar bacias de captação integradas com os espaços verdes que melhorem, simultaneamente, a qualidade do ar e o clima social.

Um bom exemplo da aplicação direta dessas normas, ou dos princípios da gestão da água no espaço urbano, é o projeto de revitalização de Potsdamer Platz, em Berlim, autoria de Renzo Piano, onde é adotado um sistema de aproveitamento de águas da chuva para os espaços públicos desenvolvido por Herbert Dreiseitl. A proposta de Piano considera

a “água em movimento”, uma metáfora do processo de cura entre o leste e o oeste, como uma ponte que se deita sobre uma brecha, além de estreitar a relação de Berlim com a natureza, conectando o verde de Tiergarten ao Norte com a água de Landwehrkanal (Figuras 10, 11 e 12).

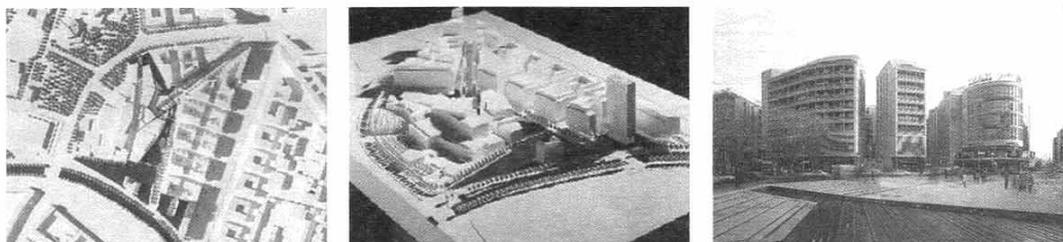


Figura 10, 11 e 12 - Maquete do projeto de Renzo Piano e foto da Potsdamer Platz, em Berlim.

Fonte: The Architecture Review. Disponível em: www.arplus.com/archive/piano/piano2.html. January 1999. Acesso em: 29/07/2005.

De acordo com Holden (2003), o sistema de manejo de água contém 5 cisternas subterrâneas, que funcionam como tanque de controle. No total, podem armazenar 2.600 m³ de água dos quais 900 ficam disponíveis caso haja chuvas torrenciais.

Ao passar pelas cisternas, a água é encaminhada até as zonas de purificação (plantadas com raízes de juncos para depuração dos fosfatos e camadas de cascalhos e feltros para a filtragem da água). Na praça Marlene-Dietrich-Platz, a água entra em um grande tanque trapezoidal, chamado de Hauptgewasser com uma superfície

total de 1 hectare, com 12.000 m³ e um perímetro de 1,6 km, com a água sendo levada até o canal Landwehrkanal.

O sistema de manejo integrado de Potsdamer Platz tem como funções: armazenar a água com o objetivo de proteção contra inundações, reduzir os poluentes no canal circunvizinho (Landwehrkanal), regular a temperatura e, ao mesmo tempo, funcionar como uma fonte de deleite urbano. O acesso livre a água é um dos princípios fundamentais do projeto, o que implica a manutenção da água deve sempre limpa e acessível (Figura 13).

Sistema de drenagem Potsdamer Platz

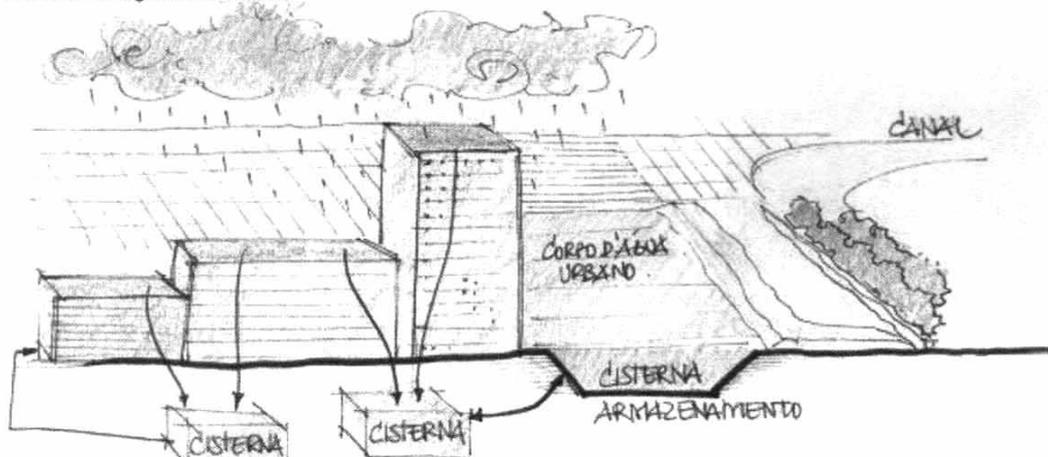


Figura 13 - Sistema de drenagem de Potsdamer Platz de Herbert Dreiseitl
 Adaptado do Atelier Dreiseitl Waterscapes, 2007. Disponível em: <http://www.dreiseitl.de/index.php?id=526&lang=en&choice=1&ansicht=bild5> Acesso em: 29/07/2005. Desenho: Patrícia Fiuza.

Outro bom exemplo de drenagem natural é do bairro de Ecolônia, onde o foco principal de desenho urbano centrou-se em uma lagoa para retenção das águas pluviais, ligada diretamente à uma rede de drenagem de ruas onde o convívio da comunidade se apresenta fortemente.

A água é conduzida para a lagoa através de drenos e é purificada por uma variedade de espécies. Estes filtros de vegetação ajudam a quebrar os poluentes transportados pelas superfícies das ruas, bem como os resíduos químicos de alguns jardins (Figura 14).

As lagoas de retenção são utilizadas primeiramente para contribuir contra a pressão exercida nos sistemas de drenagem tradicional durante as chuvas torrenciais. Essas lagoas retêm a água ao longo do ano, coletando durante a tempestade e liberando-a vagarosamente. O processo, que acontece num período de dias (ao invés de horas ou minutos), diminui a necessidade de sistemas de drenagem dimensionados para fluxos de picos máximos, reduzindo, conseqüentemente, o custo de infra-estrutura (Figuras 15, 16 e 17).



Figura 14 - Lagoa de retenção das águas pluviais – Ecolônia – Holanda (1991-1993)
 Fonte: Sustainable Community Design, 2007. Disponível em: <http://www.arch.umanitoba.ca/vanvliet/sustainable/cases/ecolonia/eoindex.htm>. Acesso em: 29/07/2005.



Figura 15, 16 e 17 - Condomínio de Ecolônia – Holanda (1991-1993)

Fonte: Sustainable Community Design. Disponível em: <http://www.arch.umanitoba.ca/vanvliet/sustainable/cases/ecolonia/eoindx.htm>. Acesso em: 29/07/2005.

Dentro da visão integrada para a gestão ecológica do ciclo da água, pode-se destacar, também, as soluções para os sistemas alternativos de tratamento anaeróbico para esgotos acompanhados de leito cultivado (wetland), com plantas aquáticas como pós-tratamento, muito utilizados nos países desenvolvidos. Além de serem mais baratos em sua manutenção e operação, podem ser incorporados ao desenho da paisagem, pois permitem o estabelecimento de um habitat úmido com grande benefício para a vida silvestre, além de viabilizar múltiplas oportunidades recreativas para as pessoas.

Esse tipo de solução, que leva em conta a natureza, representa boas perspectivas para áreas de preservação, piscicultura e agricultura. Exige pouca superfície e não produz odores desagradáveis. No Brasil, um bom exemplo do tratamento com biodigestores e leito cultivado é a Estação de Tratamento de Esgotos com Biossólidos da Comunidade de Sertão do Carangola, em Petrópolis, no Estado do Rio de Janeiro.

De acordo com o idealizador do projeto, o geógrafo Francisco Pontes de Miranda, a grande vantagem consiste na promoção da limpeza das águas e no fornecimento de alimentos. Além disso, a solução pode ser gerida pela própria comunidade, sem necessidade do poder público ou de qualquer empresa, pois são tecnologias de custo mais baixo que podem ser financiadas por instituições brasileiras.

Segundo Izembar e Lê Boudec (2003), a partir de 2005 todas as comunidades européias com mais de 2000 habitantes e equipadas por redes de saneamento serão obrigadas a tratar suas águas residuais com plantas. O tratamento tradicional de esgoto não está totalmente capacitado para estes tratamentos, pois a tecnologia hoje não é aplicável às pequenas comunidades e ou casas unifamiliares.

Os sistemas alternativos exigem pouca superfície, não são caros e não produzem odores desagradáveis como o sistema tradicional. Em vários países da Europa são encontrados alguns exemplos de tratamento de águas residuais, mediante o uso de plantas aquáticas, em cidades de porte médio, aeroportos, hotéis, matadouros, saídas de autopistas, etc. São soluções de saneamento ambiental que levam em conta a natureza e representam boas perspectivas para florestas, campos, bosques, piscicultura, ostras e agricultura.

4. PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA HÍDRICA URBANA

Um dos autores que trabalham na construção de Indicadores (Rueda, 1999) observa que as medidas de economia da água (com a tecnologia atual no âmbito doméstico e nos setores industriais de serviço) podem reduzir em 30% as atuais perdas nas redes de abastecimento, na limpeza urbana, no transporte de resíduos e na irrigação de jardins

dos espaços públicos. Na sua visão, os indicadores relacionados à água devem levar em consideração a intenção de diminuir a pressão sobre os ecossistemas que também demandam água por meio da redução da extração desse recurso, da carga poluidora desprendida na bacia e dos espaços impermeabilizados.

Mas, até o presente momento, a gestão da água consiste em garantir a oferta deste recurso, assegurando a qualidade para os usos previstos, sem levar em conta a demanda - sob a ótica de novos critérios para modelos de gestão - nem a preservação dos ecossistemas naturais. O modelo de gestão da água na direção da sustentabilidade consiste na preservação do entorno, por meio da redução da extração deste recurso e da diminuição da carga contaminante desprendida na bacia.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB/IBGE de 2000, não leva em consideração o índice de cobertura ou a eficiência do sistema – macro ou microdrenagem e sim a existência ou não de rede, independentemente de sua extensão, investiga somente, as condições de saneamento básico dos municípios brasileiros: oferta, qualidade dos serviços prestados, análise das condições ambientais – suas implicações diretas com a saúde e a qualidade de vida. Inclui também alguns dados sobre drenagem urbana (existência de assoreamento da rede de drenagem, presença de bacias de retenção¹⁰ e pontos de estrangulamento, manutenção do sistema, pavimentação, erosão e disponibilidade e uso de informações pluviométricas), assim como dados de densidade demográfica, taxa de urbanização e percentual de domicílios de baixa renda e algumas características físicas dos municípios onde ocorreram enchentes.

Nos indicadores de desenvolvimento sustentável do IBGE – IDS de 2002 e os indicadores ambientais da Agenda Marrom¹¹, o tema água está diretamente ligado às questões de saneamento inseridos nas dimensões social, econômica, ambiental e

instrucional. Não foram estabelecidos indicadores relacionados à capacidade de suporte de uma unidade hidrográfica, ou tampouco associados à ocupação física urbana. Visando alterar o quadro atual, dentro do processo de estabelecimento de indicadores relacionados ao tema água e atendendo o método proposto por Romero (2004), pensamos que a sustentabilidade no espaço intra-urbano deve contemplar quatro elementos para avaliar o ambiente, quais sejam: energia, clima, comunidade e demografia, e deve ser estabelecida uma hierarquia de dados desde a Sub-bacia, o assentamento, o setor, a quadra e as vias até o lote ou domicílio, utilizando para tanto as informações contidas no setor censitário e no zoneamento ambiental ou econômico ecológico (Tabela 01).

Tabela 01 - Quatro elementos de sustentabilidade relacionados questão da água

DADOS	CLIMA	ENERGIA	COMUNIDADE	DEMOGRAFIA
Atributos	Chuva	Poluição Hídrica	Organizações/ Associações	População
Sub-bacia				
Corpo Hídrico	Macro drenagem/ Capacidade	Corpo receptor final/ Assoreamento/ eutrofização	Mobilização/ Conscientização	Corpo receptor para águas residuais
Caminho Natural da água	Caminho natural/fluxo	Inundação/ contaminação/ Resíduos sólidos	Mobilização/ Conscientização	Depósito de lixo/Invasão
Assentamento Lugares não edificados (solo)	Erosão/infiltração	Carreamento Sedimentos	Trabalho de Fiscalização	Depósito de lixo/ Invasão
Lugares em construção	Permeabilidade	Carreamento/ Sedimentos	Trabalho de Fiscalização	Entulho/ Invasão
Predominância da superfície receptora (solo)	Permeabilidade	Carreamento	Trabalho de recuperação	Invasão da taxa de permeabilidade
Rede de abastecimento	Macro drenagem Bacia de captação	Assoreamento/ contaminação	Alternativas ao abastecimento	Ligação clandestina
Rede de drenagem	Fluxo/velocidade	Despejo sem tratamento Despejo combinado	Canalização ou manutenção das grotas	Invasão das margens dos ribeirões ou dos cursos d'água intermitentes
Rede de esgoto	Fluxo/velocidade	Despejo com tratamento/tipo Despejo sem tratamento	Alternativas ao tratamento	Ligação clandestina
Quadra do setor				
Vias	Permeabilidade do solo	Sujeira das vias	Mutirão de limpeza	deterioração
Calçadas	Permeabilidade do solo	Sujeira das calçadas	Mutirão de limpeza	deterioração
Praças	Infiltração/permeabilida de	Sujeira/carreamento	Mobilização para novas instalações	Sem área de lazer/deterioração do espaço construído quantitativo
Massa construída	Implantação/ Barreira/permeabilidade	Concentração adicional de água/Emissão de contaminantes	Patrimônio da comunidade	
Vegetação	Barreira/infiltração	Degradação/Aumento do nível de água subterrânea	Trabalho de recuperação	quantitativo
Lote/domicílio				
	Implantação	Águas residuais	Qualidade/Alternativ a para abastecimento de água	consumo
Residências	adequada/Estado das residências após as chuvas			
Hospitais	Implantação	Águas residuais	Qualidade/Alternativ a para abastecimento de água	consumo

Na procura de parâmetros para desenho urbano sustentável, urge estabelecer princípios para um novo modelo de gestão ecológica da água e, relaciona-los com indicadores que para mensurarem a quantidade de recursos hídricos para manter um equilíbrio de uma determinada unidade hidrográfica, considerando a sua eficiência hídrica. De acordo com os princípios da gestão ecológica da água e baseados em alguns indicadores de sustentabilidade para a água propostos por Rueda (1999) foi desenvolvido a Tabela 02*. Após um estudo analítico do quadro acima e em concordância com o sistema de indicadores proposto por Romero para a construção de

indicadores de sustentabilidade intra-urbana restringiu-se aos seguintes indicadores para a eficiência hídrica de uma unidade hidrográfica. Os indicadores aqui propostos tomam o rio e sua bacia hidrográfica como parâmetro principal de espacialização para integrar análises de impactos antrópicos e qualidade de vida, assim como a análise de possibilidade de reaproveitamento da água e contribuição para os fluxos que entram no espaço intra-urbano para o consumo da população (Tabela 03).

Tabela 02 - Princípios da gestão ecológica do ciclo da água e os indicadores necessários propostos por Rueda (1999).

PRINCÍPIOS DA GESTÃO ECOLÓGICA DA ÁGUA	INDICADORES NECESSÁRIOS
Proteger o lençol freático e as águas superficiais	Área da Bacia necessária para o abastecimento - a superfície da bacia necessária para abastecer de água potável o sistema urbano. Faz-se o cálculo para um ano normal e um ano seco. Uso de água local - indica a porcentagem de água que está sendo captada do lençol freático - poços artesianos
Reduzir o consumo de água potável e garantir sua qualidade	Porcentagem de apropriação da água da Bacia - é um indicador de apropriação humana da água (consumo). Não se deve passar de 1/3 do total, deve-se levar em conta as necessidades do resto dos ecossistemas. Contribuição de água para consumo - é a soma dos fluxos que entram no sistema urbano para seu consumo. Perdas de água no sistema - falhas no sistema
Minimizar o volume de água residual para limitar os custos relacionados com seu tratamento, com o redimensionamento das redes existentes saturadas e, com a construção de novas estações de tratamento.	Contaminação do meio - consiste em saber a quantidade de contaminação em peso que se converte ao sistema hídrico (esgotos, resíduos de drenagem). Índice de qualidade da água - detectar e avaliar problema de impactos tanto na captação como no lançamento Estações de Tratamento - capacidade das estações existentes e futuras instalações
Garantir um tratamento ecológico das águas residuais Limitar a impermeabilização das superfícies para reduzir os riscos de inundações	Reaproveitamento de águas residuais - avaliar se a população é sensibilizada com a questão da escassez desse recurso Superfície impermeabilizada - quantidade de superfície ocupada por edificações, infra-estruturas e superfícies impermeáveis no terreno.
Criar bacias de captação integradas com os espaços verdes que melhorem simultaneamente a qualidade do ar e o clima social	Espaços Públicos ou parques - áreas disponíveis para a implantação de bacias de captação e a porcentagem de áreas degradadas.

Tabela 03 - Construção de indicadores de sustentabilidade intra-urbana

	ESCALA	DADO	UNIDADE MEDIDA	INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE INTRA-URBANA
EFICIÊNCIA HÍDRICA	Bacia	Capacidade l/s Consumo Lt/hab/dia	%	Apropriação humana da água
	Bacia	Precipitação mm Superfície da Bacia - Área de drenagem m2	m2	Área necessária para o abastecimento
	Setor	Área do Setor - m2 Espaços públicos - Permeabilidade/ Dimensão Lotes m2 Vias % - m2 Vegetação - tipo	m2 m2	Superfície impermeabilizada - capacidade de infiltração Superfície Permeável - contribuição p/os fluxos que entram no sistema para seu consumo
	Setor e Entorno	Nascentes - localização Domicílio - abastecimento por fontes alternativas	%	Uso da água local
	Setor	Domicílio - esgoto Redes de drenagem - dimensão ml e velocidade m/s.	peso ou %	Contaminação do meio - poluição, esgoto, resíduos de drenagem, contaminação do lençol freático.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se observar que a sustentabilidade hídrica nas cidades brasileiras está comprometida pela interrupção do ciclo hidrológico e pela implementação de projetos de drenagem urbana inadequados, o que resulta na poluição dos corpos d'água, o confinamento e assoreamento dos rios com a retirada das matas ciliares e, conseqüentemente, a redução do escoamento para as vazões de enchentes. Ao mesmo tempo, as ações de saneamento ambiental têm sido realizadas de forma pouco integradora, com um foco limitado sobre o conjunto da cidade.

Mesmo possuindo estreita ligação com o desenho urbano e as formas de uso e ocupação do solo, as ações de saneamento no Brasil seguem a lógica do atendimento às demandas emergentes, não contribuindo para a organização do espaço urbano. Ao mesmo tempo, as técnicas sustentáveis de saneamento ambiental ainda são distantes de soluções adotadas em projetos urbanísticos.

O novo paradigma para a concepção de sistema de drenagem, por exemplo, é tentar reter o maior tempo possível a água, onde ocorre a precipitação, retardando a liberação para as áreas mais baixas ou favorecendo a infiltração no solo das águas da chuva, por meio da criação de bacias de captação e espaços verdes e da limitação de superfícies impermeabilizadas. Os sistemas de drenagem natural restabelecem o elo no ciclo hidrológico, reterendo as águas pluviais e permitindo a infiltração no solo, evitando custos com medidas estruturais dispendiosas para as finanças municipais, além de melhorar o microclima local e a possibilidade de convivência entre pessoas.

Deste modo, com base nos critérios ambientais adotados para a implantação de futuros Planos Diretores de Drenagem urbana – PDDUs e de um estudo dos princípios da gestão ecológica do ciclo da água, torna-se possível integrar ações para drenagem, abastecimento de água, esgotamento

sanitário, limpeza urbana, gestão de resíduos sólidos, uso do solo e legislação ambiental.

No entanto, no decorrer da pesquisa, detectou-se a dificuldade de selecionar dados referentes às bacias, uma vez que estas não se constituem em unidades político-administrativas, são áreas de superposição de jurisdição em diferentes níveis o que traz uma complexidade no levantamento de dados e possibilita o surgimento de conflitos.

Assim, torna-se crescente a necessidade de se construir indicadores além das questões sócioambientais que avaliem diretamente a ocupação urbana e o traçado dos assentamentos que, conseqüentemente influenciam a morfologia de uma bacia, tais como: a medição de áreas impermeabilizadas, a apropriação humana da água e a área necessária para o abastecimento, a contribuição de fluxos de água que entram na bacia (áreas com vegetações de grande porte, por exemplo), a quantidade de contaminação do sistema hídrico e se há uso direto no local.

6 . REFERÊNCIAS

ANDRADE, Liza. Construção de indicadores de eficiência hídrica. Mesa Redonda In: Seminário A Questão Ambiental Urbana: Experiências e Perspectivas. Anais... Brasília: Núcleo de Estudos Urbanos e Regionais – NEUR/UnB, 2004.

ANDRADE, Liza e ROMERO, Marta. A importância das áreas ambientalmente protegidas nas cidades. In: XI Encontro Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR. Anais: UFBA, Salvador, 2005.

ATELIER DREISEITL WATERSCAPES. Planning, Building, Designing with Water. Disponível em: <http://www.dreiseitl.de/index.php?id=526&lang=en&choice=1&ansicht=bild5>. Acesso em 29/07/2005

BRASIL-PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). Ecossistemas Mundiais estão em declínio ambiental. In: Informativo do Comitê Brasileiro, n. 53, 2000.

EAST ST. LOUIS ACTION PROJECT Alta Sita Community Enhancement Proposal. <http://www.eslarp.uiuc.edu/la/LA338-S99/groups/d/infrastructure.html>. Acesso em 29/07/2005

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. *Arquitetura Ecológica, 29 exemplos europeus*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2002.

GULF ISLANDS WATERSCAPES. Protecting and conserving our island water. Part 7. Having enough water: increasing storage. http://www.bowenland.info/waterscapes/images/having_enough.pdf. Acesso em 29/07/2005

HOLDEN, Robert. *Nueva Arquitectura del Paisaje*. México, Ediciones G. Gili, SA de CV, 2003.

IZEMBART, Hélène e LÊ BOUDEDEC Bertrand. *Waterscapes: El tratamiento de águas residuales mediante sistemas vegetales*. Land&SscapeSeries. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, AS, 2003.

MANO, Rafael Simões e SCHMITT, Carin Maria. *Captação residencial de água da chuva, para fins não potáveis em Porto Alegre: aspectos básicos da viabilidade técnica e dos benefícios do sistema*. In: I Conferência Latinoamericana de Construção Sustentável e 10o. Encontro Brasileiro de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais... São Paulo: [s.n.], 2004.

MARYLAND STORMWATER DESIGN MANUAL, Volumes I & II. Chapter 1. Introduction 1.3 October 2000. Figure 1.1 Water Balance at a Developed and Undeveloped Site (Source: Schueler, 1987). Disponível em http://www.mde.state.md.us/Programs/WaterPrograms/SedimentandStormwater/stormwater_design/index.asp. Acesso em 29/07/2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS II. A questão da drenagem urbana no Brasil: elementos para a formulação de uma política nacional de drenagem urbana. Brasília, 2003. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/amanthea/ctu/arquivos/galerias/01drenagem_mcidades.pdf. Acesso em 29/07/2005.

ROMERO, Marta et al. *Indicadores de Sustentabilidade dos Espaços Públicos Urbanos*. In: Seminário A Questão Ambiental Urbana: Experiências e Perspectivas. Núcleo de Estudos Urbanos e Regionais – NEUR. Anais: Universidade de Brasília, julho de 2004.

RUEDA, Salvador. *Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles. Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana*. Barcelona, Departament de Medi Ambient de la Generalitat de la Catalunya /Fundació Forum Ambiental, 1999.

SPIRN, Anne W. *O jardim de granito*, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

SYKES, Robert D. *Residential Cluster Development*

- Storm Water Management. Chapter 3. ASLA - Department of Landscape Architecture – University of Minesota - Extension Service, 1998 - Internet: Disponível em: <http://www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/DD7059.html>. Acesso em 29/07/2005.

SUSTAINABLE COMUNITY DESIGN. Case Studies: Ecolônia, Netherlands. Disponível em <http://www.arch.umanitoba.ca/vanvliet/sustainable/cases/ecolonia/ecoindx.htm>. Acesso em 29/07/2005.

The Architecture Review – Piano at Potsdamer Platz. Berlin, Germany. Disponível em www.arplus.com/archive/piano/piano2.html. January 1999. Acesso em 29/07/2005.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. *A questão da drenagem urbana no Brasil: uma contribuição à discussão na conferência das cidades*. Brasília: (mimeo), 2003.

NOTAS

¹ Como agravante da ocupação irregular a partir de 18 de maio de 2005 o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) aprovou a base de uma resolução que permite construções nas áreas que tem as mais rígidas normas de preservação ambiental. O texto base da resolução permite intervenção em áreas de proteção permanente (APP) para obras de saneamento e infra-estrutura em favelas existentes ou para mineração. No caso das favelas, a medida valerá para a regularização das comunidades e incluiu ocupações de população de baixa renda, desde que já estabelecidas em APPs. Após a data de publicação deste artigo, em 28 de março de 2006 o CONAMA aprova a Resolução 369 que dispõe sobre casos especiais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Proteção Permanente – APP.

² A eficiência de uma bacia hidrográfica tem que computar todos os usos e consumos de água pela apropriação humana e pelos ecossistemas, considerando-se também as formas de ocupação urbana com suas taxas de permeabilidade.

³ A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE do ano de 2000, revela que 97,9% dos municípios brasileiros têm serviço de abastecimento de água, 99,4% têm coleta de lixo, 52,2% dos municípios brasileiros possuem esgotamento sanitário (com apenas 33,5% dos domicílios têm serviço de coleta) e 78,6% têm serviço de drenagem urbana - é a primeira vez que este tipo de serviço é estudado na pesquisa. ⁴ Segundo o relatório anual do Programa das Nações Unidas para o Meio

Ambiente (PNUMA, 2000), atualmente um terço da população mundial sofre com a carência de água; dois terços da população terão dificuldades em obter água no ano 2025.

⁵ Segundo os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB – IBGE, 2000), 1.235 municípios ou 28% daqueles com rede de drenagem sofreram enchentes durante o período de 1998 a 2000. A pesquisa mostrou que 60,5% dos municípios apresentam problemas de assoreamento e 70,5% possuem mais de 60% de ruas pavimentadas. A PNSB não avaliou a eficiência e sim a existência ou não de rede, independentemente de sua extensão.

⁶ No controle preventivo da drenagem urbana, a relação entre o planejamento não-estrutural dos controles com relação às obras estruturais futuras de contenção é de 1 para 500 (Tucci et al, 2003).

⁷ Dos 5.507 municípios levantados na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE 2000), 67% dispõe de sistema subterrâneo de drenagem e apenas 4,7 % apresentam um plano diretor de drenagem urbana – PDDU. Apesar do alto percentual de municípios que possuem rede, em 73,4% deles não há instrumentos reguladores do sistema, itens importantes no planejamento dos sistemas de drenagem. Esses instrumentos podem ser, por exemplo, a legislação municipal, a Lei de uso e ocupação do solo, um plano diretor ou plano urbanístico global. A PNSB não avaliou a eficiência e sim a existência ou não de rede, independentemente de sua extensão.

⁸ No esquema de Tucci (2003), apesar de denominar a gestão da água como Gestão Municipal da Água, a gestão de uma bacia nem sempre pode ser considerada municipal, pois há impactos que extrapolam o espaço do município, com a ampliação das enchentes e a contaminação à jusante, atingindo o restante dos sistemas hídricos da bacia como rios, lagos e reservatórios. Neste sentido, os Planos de Recursos Hídricos teriam que estabelecer padrões e metas para as várias cidades envolvidas.

⁹ A Potsdamer Platz está situada no centro de Berlim unificado, ocupando uma porção de terra vazia. O local era estratégico para unir uma zona cultural e histórica da cidade com o novo centro comercial proposto.

¹⁰ A maioria (75,7%) dos municípios que têm sistema de drenagem utiliza os cursos d'água permanentes (lagos, rios, córregos, riachos, igarapés) como corpos receptores, ou seja, é neles que as águas captadas são despejadas. Os reservatórios de acumulação, considerados uma das principais alternativas para minimizar os riscos de inundações, são usados por 7,5% dos municípios.

¹¹ Agenda Marrom – concentra ações em torno da

intervenção e transformação do mesmo espaço natural, com preocupações que emergem de interesses geralmente privados - individuais. Refere-se a problemas ambientais urbanos, como a poluição do ar, da água e do solo, a coleta e reciclagem de lixo, o ordenamento urbano, etc.

* Os dados dos Quadros 01, 02, 03 e da Tabela 02 foram extraídos dos seguintes autores: Rueda (1999), Ministério das Cidades (2003), Gauzin Müller (2002) e Rueda (1999), respectivamente.